

PCT/JPO3/10173

05.09.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 4月28日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-124153  
[ST. 10/C]: [JP2003-124153]

出 願 人  
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

REC'D 26 SEP 2003

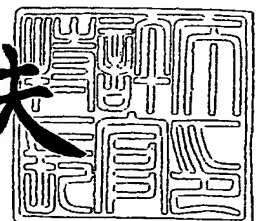
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3064896

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP031029

【提出日】 平成15年 4月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/22

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

    【氏名】 鈴木 啓介

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

    【氏名】 佐藤 享

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

    【氏名】 王 文凌

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

    【氏名】 米川 司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

    【氏名】 池内 俊之

【特許出願人】

    【識別番号】 000219967

    【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100091513

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 俊夫

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-233513

【出願日】 平成14年 8月 9日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034359

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105399

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理方法及び熱処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熱処理雰囲気がその長さ方向に沿って複数のゾーンに分割された反応容器を用い、複数の基板をその長さ方向に沿って基板保持具に保持して前記反応容器内に搬入し、前記複数のゾーンに夫々対応する複数の加熱手段により各ゾーンの加熱を行うと共に、前記反応容器内に処理ガスを導入して熱処理を行い、前記基板の表面に薄膜を形成する熱処理方法において、

処理ガスの消費量が製品基板よりも少ない第 1 の基板を用いて熱処理を行う工程と、

第 1 の基板に形成された薄膜の膜厚を測定して各ゾーンの基板の膜厚が製品基板の目標膜厚と略同じ値になるように、前記加熱手段の各々の温度設定値を設定する工程と、

処理ガスの消費量が第 1 の基板よりも多い第 2 の基板を用い、前記工程で設定した温度設定値を用いて熱処理を行う工程と、

第 2 の基板に形成された薄膜の膜厚を測定し、各ゾーンの基板の膜厚と製品基板の目標膜厚とに基づいて、前記温度設定値を補正する工程と、

この工程で補正された温度設定値を用い、製品基板に対して熱処理を行う工程と、を含むことを特徴とする熱処理方法。

【請求項 2】 第 1 の基板の熱処理後に温度設定値を設定する工程及び第 2 の基板の熱処理後に温度設定値を補正する工程は、予め求めた薄膜の変化分と温度設定値の変化分との関係に基づいて行われることを特徴とする請求項 1 記載の熱処理方法。

【請求項 3】 熱処理は、処理ガスを活性化させて活性種を生成し、この活性種により基板の表面に酸化膜を成膜するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の熱処理方法。

【請求項 4】 処理ガスは、水素ガス及び酸素ガスを含むことを特徴とする請求項 3 記載の熱処理方法。

【請求項 5】 第 1 の基板は、平均膜厚が 5 0 nm 以上の酸化膜が形成された

基板であることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の熱処理方法。

【請求項 6】 第 2 の基板は、ベアシリコン基板であることを特徴とする請求項 3, 4 または 5 記載の熱処理方法。

【請求項 7】 熱処理は、化学蒸着法により基板の表面に薄膜を形成するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の熱処理方法。

【請求項 8】 第 1 の基板は、表面にパターンの形成されていない基板であり、第 2 の基板はパターンが形成されている基板であることを特徴とする請求項 7 記載の熱処理方法。

【請求項 9】 第 1 の基板を用いて熱処理を行う工程は、基板保持具における製品基板の保持領域に第 1 の基板が満載された状態で行われ、第 2 の基板を用いて熱処理を行う工程は、基板保持具における製品基板の保持領域に第 2 の基板が満載された状態で行われることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の熱処理方法。

【請求項 10】 基板保持具における製品基板の保持領域の中で反応容器に供給される処理ガスの流れの上流側から、製品基板の満載状態に対応する枚数よりも少ない枚数の製品基板を詰めて移載し、残りの製品基板の保持領域には第 1 の基板を移載し、その後製品基板に対して熱処理を行うことを特徴とする請求項 9 記載の熱処理方法。

【請求項 11】 製品基板に対して熱処理を行う工程で設定される反応容器内の圧力、処理ガスの流量及び熱処理時間は、第 2 の基板を用いて熱処理を行う工程と同じであることを特徴とする請求項 10 記載の熱処理方法。

【請求項 12】 熱処理雰囲気はその長さ方向に沿って複数のゾーンに分割された反応容器を用い、複数の基板をその長さ方向に沿って基板保持具に保持して前記反応容器内に搬入し、前記複数のゾーンに夫々対応する複数の加熱手段により各ゾーンの加熱を行うと共に、前記反応容器内に処理ガスを導入して熱処理を行い、前記基板の表面に薄膜を形成する熱処理装置において、

処理ガスの消費量が製品基板よりも少ない第 1 の基板を用いて熱処理を行った後に、各ゾーンの第 1 の基板の膜厚が製品基板の目標膜厚とほぼ同じ値になるように、予め求めた膜厚の変化分と温度設定値の変化分との関係に基づいて前記加

熱手段の各々の温度設定値を設定するためのプログラムと、

処理ガスの消費量が第 1 の基板よりも多い第 2 の基板に対して、前記プログラムで設定された温度設定値を用いて熱処理を行った後に、各ゾーンの第 2 の基板の膜厚と製品基板の目標膜厚と予め求めた膜厚及び温度設定値の関係とに基づいて前記温度設定値を補正するためのプログラムと、

補正後の温度設定値を用いて製品基板に対して熱処理を行うためのプログラムと、を備えたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項 1 3】 第 1 の基板を用いて行われる熱処理では、基板保持具における製品基板の保持領域に第 1 の基板が満載され、第 2 の基板を用いて行われ熱処理では、基板保持具における製品基板の保持領域に第 2 の基板が満載されることを特徴とする請求項 1 2 記載の熱処理装置。

【請求項 1 4】 製品基板を基板保持具に移載するための基板移載手段を備え、

熱処理を行うためのプログラムは、基板保持具における製品基板の保持領域の中で反応容器に供給される処理ガスの流れの上流側から、基板の満載状態に対応する枚数よりも少ない枚数の製品基板を詰めて移載し、残りの製品基板の保持領域には第 1 の基板を移載するように前記基板移載手段を制御するためのプログラムを備えていることを特徴とする請求項 1 3 記載の熱処理装置。

【請求項 1 5】 製品基板に対して熱処理を行うためのプログラムは、熱処理を行う製品基板の枚数を判断するステップを備えていることを特徴とする請求項 1 4 記載の熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハなどの基板を多数枚一括して熱処理するバッチ式の熱処理方法及び熱処理装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体デバイスを製造するにあたっては、半導体ウエハ（以下ウエハという）

に対して酸化やCVD (chemical vapor deposition) などの熱処理を行う工程が行われており、この熱処理を行うバッチ式の熱処理装置としては縦型熱処理装置が知られている。この装置はウエハポートと呼ばれる保持具に多数枚のウエハを棚状に保持させ、その後例えば縦型の熱処理炉内に前記保持具を例えば下方側から搬入し、処理雰囲気を所定の温度の加熱雰囲気にして、熱処理を行うものである。一般に熱処理炉は、被加熱ゾーンを上下に複数に分割し、各ゾーン毎に温度制御することができるように、複数の加熱手段及び各々に対応する温度コントローラを備えた構成とされている。

#### 【0003】

図10に示す縦断面図は、縦型熱処理装置の一例として酸化処理に用いるものを示したものである。図中11は下方側が開口する反応容器であり、その下端部には酸化処理用のガス例えば酸素ガス及び塩化水素ガスを反応容器11内に供給するためのガス供給管12、13と、排気ポンプ14へと伸びる排気管15とが接続されている。ガス供給管12、13は反応容器11の内部にて立ち上がり、当該反応容器11の天井部近傍から各ガスの供給を行うように配管されている。また図中16は反応容器11の周囲に、例えば上下複数に分割して設けられているヒータであり、17は多数のウエハWを棚状に保持するウエハポートである。そして上記装置を用いた酸化処理の流れについて簡単に説明すると、表面にシリコン層の形成された例えば140枚のウエハWがウエハポート17に移載された後、ウエハポート17が反応容器11内に搬入され、これによりウエハポート17の下端に設けられる蓋体18により反応容器11の下端開口部19が気密に塞がれる。続いて反応容器11内を所定の温度まで昇温させると共に当該反応容器11内を微減圧状態に維持し、かかる状態で反応容器11内に処理ガス例えば酸素ガスと塩化水素ガスとを供給することで、ウエハWの表面が酸化されシリコン酸化膜が形成される。

#### 【0004】

上記酸化処理を行うにあたっては、前記シリコン酸化膜の膜厚がウエハ間で略均一となるように、各ヒータ16毎に予め温度設定値の合わせ込み作業が行われており（例えば特許文献1）、図示しない温度制御部により各ヒータ16が前記

温度設定値に維持されるように夫々別個に温度制御が行われる。温度設定値の合わせ込み作業は、シリコン酸化膜を形成したダミーウエハを例えば処理しようとする製品ウエハの配置レイアウトに応じたレイアウトでウエハポート17に保持し、得られる酸化膜が概ね目標とする膜厚となるように、所定の温度設定値にて熱処理（酸化処理）を行う。そして例えば熱処理雰囲気ゾーン毎に、これらについてシリコン酸化膜の膜厚を測定し、例えば予め求められている膜厚の変化分と各ヒータ16毎の温度設定値の変化分との関係に基づいて計算を行い、温度設定値を補正するようにしている。また、一度の補正で膜厚プロファイルがフラットにならなかった場合には、目標膜厚の誤差範囲内に収まるまで上記の補正（合わせ込み作業）が繰り返し行われる。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開2001-77041号公報：請求項1及び段落0003

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、本発明者は反応容器内を減圧雰囲気とし、この反応容器内に水素ガスと酸素ガスを所定の流量比で導入すると共に例えば1000℃程度で加熱することによりOラジカル及びOHラジカルを含む活性種を生成し、このラジカルによってウエハに酸化膜の成膜を施す方法を検討している。この方法によれば、ドライ酸化やウェット酸化に比べて酸化力が強く、膜質が良好な酸化膜が得られる利点がある。

#### 【0007】

一方特許文献1には、製品ウエハを温度の合わせ込みに用いることが記載されているが、温度の合わせ込み作業は複数回の熱処理を行わなければならないので、その度毎に製品ウエハを用いると特に大口径のウエハの場合コストの負担が大きくなり、得策ではない。このため温度の合わせ込み作業には、通常ダミーウエハが用いられる。

#### 【0008】

しかしながら、上述のようにラジカルを用いた酸化処理においては、ダミーウ



エハを用いて温度設定値の合わせ込みを行っても、製品ウエハに形成された酸化膜の膜厚の面間均一性が悪く、処理ガスの上流側に位置するウエハよりも下流側に位置するウエハの膜厚の方が薄くなる傾向（ローディング効果）があった。図 11 はこのローディング効果を把握するための実験結果であり、各ゾーンのヒータ 16 の温度設定値を、膜厚についてある程度の面間均一性が得られると予測される値に合わせ込み、ウエハポート 17 にウエハ W を満載し、全てのウエハ W がダミーウエハである場合、表面にトレンチ構造を有するウエハ（トレンチウエハ）を 22 枚搭載した場合、及びトレンチウエハを 39 枚搭載した場合の 3 通りについて、各々同条件でラジカルによる酸化処理を行ったときの膜厚プロファイルである。

#### 【0009】

◆は全てがダミーウエハの結果、▲は 22 枚のトレンチウエハを用いた結果、■は 39 枚のトレンチウエハを用いた結果である。この結果から分かるように十分に厚い酸化膜を形成したダミーウエハについては、下流側のウエハの膜厚が多少薄くなる傾向は見られるものの、それ程面間均一性は悪くないが、トレンチウエハを用いた場合には下流側に位置するウエハの膜厚が小さくなる傾向にあり、トレンチウエハの枚数が増えるにつれてその傾向が強くなる。

#### 【0010】

この原因について本発明者は次のように考えている。即ち、溝の深いパターン（トレンチ）を備えたウエハは表面積が大きいことからラジカルの消費量が多く、これに対してダミーウエハはパターンのない平坦な表面に厚い酸化膜が形成されているため、この酸化膜表面にてラジカルの消費される量はトレンチウエハに比べて少ないと推測される。一方、処理ガスの流量を増加させると各基板における膜厚の面内均一性が低下してしまうし、また反応容器 11 内の圧力が増加し、これによりラジカルが失活し易くなるためライフタイムが短くなってしまうことから、流量をそれ程大きく設定することができない。従ってラジカルを用いた酸化処理においては、従来の手法ではローディング効果の影響を受けてしまい、酸化膜の膜質について高い面間均一性を確保することが困難である。

#### 【0011】

更にまた製品ウエハの配置レイアウトに応じて温度などの処理条件を決めるようにすると、処理条件の設定作業が面倒であるし、また熱処理時にウエハボートに搭載する製品ウエハ枚数（配置レイアウト）に応じた処理条件、例えば反応容器の各ゾーンの温度、圧力、ガス流量、処理時間などを設定すると、オペレーションミスが起こりやすいという問題もある。

#### 【0012】

本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、複数の基板に対する熱処理を一括して行って各基板の表面に薄膜を形成するにあたり、当該薄膜の膜厚について面間均一性を向上させることができる技術を提供することにある。また本発明の他の目的は、熱処理する製品枚数に依存せずに同様の処理結果を得ることができ、しかもオペレータの負担の少ない技術を提供することにある。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る熱処理方法は、熱処理雰囲気がその長さ方向に沿って複数のゾーンに分割された反応容器を用い、複数の基板をその長さ方向に沿って基板保持具に保持して前記反応容器内に搬入し、前記複数のゾーンに夫々対応する複数の加熱手段により各ゾーンの加熱を行うと共に、前記反応容器内に処理ガスを導入して熱処理を行い、前記基板の表面に薄膜を形成する熱処理方法において、

処理ガスの消費量が製品基板よりも少ない第1の基板を用いて熱処理を行う工程と、第1の基板に形成された薄膜の膜厚を測定して各ゾーンの基板の膜厚が製品基板の目標膜厚と略同じ値になるように、前記加熱手段の各々の温度設定値を設定する工程と、処理ガスの消費量が第1の基板よりも多い第2の基板を用い、前記工程で設定した温度設定値を用いて熱処理を行う工程と、第2の基板に形成された薄膜の膜厚を測定し、各ゾーンの基板の膜厚と製品基板の目標膜厚とに基づいて、前記温度設定値を補正する工程と、この工程で補正された温度設定値を用い、製品基板に対して熱処理を行う工程と、を含むことを特徴とする。

「熱処理雰囲気がその長さ方向に沿って複数のゾーンに分割された」とは、熱処理雰囲気が互いに温度が異なる複数のゾーンに物理的に区画されているあるいは

は各ゾーンの温度がゾーンの領域を境にして必ず異なるといった意味ではなく、複数の加熱手段により夫々温度制御されることとなる領域に分かれているという意味、つまり複数の加熱手段が夫々受け持っている領域が存在するということがある。

「第 1 の基板に形成された薄膜の膜厚を測定して」あるいは「第 2 の基板に形成された薄膜の膜厚を測定して」とは、第 1 の基板群（あるいは第 2 の基板群）の間にモニタ基板を配置してそのモニタ基板の膜厚を測定することも含まれる。従って例えば複数の第 1 の基板を基板保持具に配列し、その間に一定間隔でモニタ基板を介在させた場合、このモニタ基板の膜厚の測定値は、第 1 の基板に形成された薄膜の膜厚の測定値として取り扱うものとする。

#### 【 0 0 1 4 】

このような方法によれば、例えば縦型熱処理装置を用いて熱処理を行う際に、製品基板よりも処理ガスの消費量が少ない第 1 の基板を用いて熱処理時の温度設定値を設定し、次いで第 1 の基板よりも処理ガスの消費量が多い第 2 の基板を用いて前記温度設定値の補正を行うようにしているため、製品基板がローディング効果（基板が処理ガスを消費することで下流側の基板に形成される薄膜の膜厚が薄くなってしまう現象）を有するものであっても、ローディング効果によって生じる目標膜厚との差分は温度設定値の補正により相殺される。このため補正後の温度設定値を用いて行う熱処理では、ゾーン間の製品基板上の薄膜の膜厚について高い均一性を得ることができる。

#### 【 0 0 1 5 】

上記の方法において、第 1 の基板の熱処理後に温度設定値を設定する工程及び第 2 の基板の熱処理後に温度設定値を補正する工程は、予め求めた薄膜の変化分と温度設定値の変化分との関係に基づいて行われることが好ましい。また熱処理は、例えば処理ガスとして水素ガスと酸素ガスを用い、これら処理ガスを活性化させて活性種を生成し、この活性種により基板の表面に酸化膜例えばシリコン酸化膜を成膜する酸化処理に適用することができる。この場合、第 1 の基板は、平均膜厚が 5 0 nm 以上の酸化膜が形成された基板であり、第 2 の基板は、ベアシリコン基板であることが好ましい。

## 【0016】

また熱処理は化学蒸着法により基板の表面に薄膜を形成するものであってもよい。この場合には第1の基板は、表面にパターンの形成されていない基板であり、第2の基板はパターンが形成されている基板であることが好ましい。そして本発明のより具体的な例を挙げると、第1の基板を用いて熱処理を行う工程は、基板保持具における製品基板の保持領域に第1の基板が満載された状態で行われ、第2の基板を用いて熱処理を行う工程は、基板保持具における製品基板の保持領域に第2の基板が満載された状態で行われる。

## 【0017】

更に本発明は、基板保持具の製品基板の保持領域に製品基板を満載して熱処理することに限られず、製品基板の満載状態に対応する枚数よりも少ない枚数の製品基板を熱処理するようにしてもよい。この場合には、製品基板の保持領域の中で反応容器に供給される処理ガスの流れの上流側から、製品基板を詰めて移載し、残りの製品基板の保持領域には第1の基板を移載し、その後当該基板保持具を反応容器内に搬入する工程を行い、次いで製品基板に対して熱処理を行うようにしてもよい。この場合製品基板の枚数は、例えば熱処理装置に搬入された製品基板の枚数であり、何枚であってもよい。この発明によれば、1バッチで処理する製品枚数が何枚であっても同様の熱処理結果を得ることができ、しかも反応容器内の各ゾーンの温度設定値は共通であるから、オペレータの負担が軽減され、温度の設定ミスを防止できる。また製品基板に対して熱処理を行う工程においては、例えば反応容器内の圧力、処理ガスの流量及び熱処理時間は、第2の基板を用いて熱処理を行う工程と同じパラメータを用いることができる。

## 【0018】

本発明に係る熱処理装置は、熱処理雰囲気とその長さ方向に沿って複数のゾーンに分割された反応容器を用い、複数の基板をその長さ方向に沿って基板保持具に保持して前記反応容器内に搬入し、前記複数のゾーンに夫々対応する複数の加熱手段により各ゾーンの加熱を行うと共に、前記反応容器内に処理ガスを導入して熱処理を行い、前記基板の表面に薄膜を形成する熱処理装置において、

処理ガスの消費量が製品基板よりも少ない第1の基板を用いて熱処理を行った

後に、各ゾーンの第 1 の基板の膜厚が製品基板の目標膜厚とほぼ同じ値になるように、予め求めた膜厚の変化分と温度設定値の変化分との関係に基づいて前記加熱手段の各々の温度設定値を設定するためのプログラムと、

処理ガスの消費量が第 1 の基板よりも多い第 2 の基板に対して、前記プログラムで設定された温度設定値を用いて熱処理を行った後に、各ゾーンの第 2 の基板の膜厚と製品基板の目標膜厚と予め求めた膜厚及び温度設定値の関係とに基づいて前記温度設定値を補正するためのプログラムと、

補正後の温度設定値を用いて製品基板に対して熱処理を行うためのプログラムと、を備えたことを特徴とする。

#### 【0019】

この発明において、熱処理を行うためのプログラムは、基板保持具における製品基板の保持領域の中で反応容器に供給される処理ガスの流れの上流側から、基板の満載状態に対応する枚数よりも少ない枚数の製品基板を詰めて移載し、残りの製品基板の保持領域には第 1 の基板を移載するように基板移載手段を制御するためのプログラムを備えるようにしてもよい。また熱処理を行うためのプログラムは、熱処理を行う製品基板の枚数を判断するステップを備えるようにしてもよい。

#### 【0020】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施するための装置として縦型熱処理装置である酸化処理装置を例にとり、その実施の形態を説明する。図 1 は酸化処理装置の一例を示す縦断面図であり、縦型の加熱炉 2 1 は例えば天井部を塞いだ筒状の断熱体 2 2 と、この断熱体 2 2 の内壁面に沿って周方向に設けられる加熱手段をなす例えば抵抗発熱体からなるヒータ 2 とを備え、その下端部がベース体 2 3 に固定されている。ヒータ 2 は熱処理雰囲気を上下複数のゾーンに分割し、各ゾーン毎に別個の加熱制御を行うことができるように、例えば 4 段（ヒータ 2 a, 2 b, 2 c, 2 d）に分割して設けられている。また加熱炉 2 1 の中には、反応容器を構成し、上端のみ閉塞すると共にその内部に熱処理雰囲気が形成される縦型の例えば石英よりなる反応管 2 4 が設けられている。この反応管 2 4 は例えば筒状をなす断熱部材

25を介してベース体23に固定されている。

#### 【0021】

反応管24の下端近傍には、バルブV1を介して排気ポンプ26aへと配管される排気管26と、第1のガス供給管27及び第2のガス供給管28が接続されている。第1のガス供給管27は一端がバルブV2を介して第1の処理ガス例えば酸素(O<sub>2</sub>)ガスの供給を行う第1の処理ガス供給源27aと接続されており、バルブV2の下流側にて2本(第1のガス供給管27b, 27c)に分岐されており、また第2のガス供給管28については一端がバルブV3を介して第2の処理ガス例えば水素(H<sub>2</sub>)ガスの供給を行う第2の処理ガス供給源28aと接続されている。そして第1のガス供給管27(27b, 27c)と第2のガス供給管28(28b, 28c)の他端側は断熱部材25を外から貫通して配管されると共に、第1のガス供給管27b, 第2のガス供給管28bについては反応管24の内部にて垂直に立ち上げられ、先端が当該反応管24の天井部近傍に位置するように夫々設けられている。なお実際には第1のガス供給管27b, 第2のガス供給管28bは、例えば反応管24の中心部付近で天井部に向けて処理ガスを吹き付けられるように、夫々先端部が屈曲して設けられている。また第1のガス供給管27c, 第2のガス供給管28cについては後述するウエハポート3が反応管24内に搬入されたとき、当該ウエハポート3の基板保持領域の下方側に処理ガスを供給できるように、先端が反応管24の下部側に位置するように夫々設けられる。また図中27d, 27e, 28d, 28eは例えばマスフローコントローラよりなる流量調節手段である。

#### 【0022】

更にこの酸化処理装置は基板であるウエハWの保持具であるウエハポート3を備えており、例えば天板31及び底板32の間に複数の支柱33を設け、この支柱33に形成された図示しない溝にてウエハWの周縁を棚状に保持するように構成されている。ウエハポート3は反応管24の下端の開口部24aを開閉する蓋体34の上に保温筒35を介して載置されている。蓋体34はポートエレベータ30に設けられており、このポートエレベータ30が昇降することにより、加熱炉21(反応管24)へのウエハポート3の搬入出が行われる。なおウエハポー

ト 3 は、例えばポートエレベータ 30 にモータなどの回転機構を設け、プロセス中にこの回転機構により鉛直軸回りに回転されるように構成してもよい。

#### 【0023】

次いで図 2 を参照しながら上述の構成要素と制御系との関係について説明する。図中 4 は制御部であり、各ヒータ 2 (2 a ~ 2 d) をコントロールする温度コントローラ 5 (5 a, 5 b, 5 c, 5 d) と接続され、熱処理雰囲気を構成する各ゾーンの温度制御を行うように構成されている。更に制御部 4 は、移載コントローラ 51 を介して図示しないウエハ移載手段の制御を行う機能を備えている。ここでいうウエハ移載手段とは、ウエハポート 3 に対してウエハ W の受け渡しを行うウエハアーム、ウエハアームのアクセス位置にウエハカセットを搬送する図示しないカセット移載機などを含めたものを指している。本実施の形態における縦型熱処理装置では、カセット C 内に製品ウエハ W3 を用意することに加えて、ヒータ 2 (2 a ~ 2 d) の温度設定値の調整 (合わせ込み) 作業を行うために、ダミーウエハ W1 及びベアウエハ W2 がカセット C 内に用意され、これらウエハ W がウエハ移載手段によりウエハポート 3 に移載されることとなる。

#### 【0024】

更にまた縦型熱処理装置の例えば近くには、ウエハ W の膜厚を測定する膜厚測定部 6 が設けられており、制御部 4 はこの膜厚測定部 6 とも接続されている。膜厚測定部 6 は、後述する各ヒータ 2 (2 a ~ 2 d) の温度設定値の合わせ込み作業において、例えばダミーウエハ W1 及びベアウエハ W2 の夫々の表面に形成された薄膜の膜厚を測定し、その測定値を制御部 4 に送信するように構成されている。

#### 【0025】

ここで特許請求の範囲に記載した文言との整合を図っておくと、ダミーウエハ W1 は製品ウエハよりも処理ガス (この例ではラジカル) の消費量の少ない第 1 の基板に相当し、パターンの形成されていない平坦な表面に、既述のローディング効果の影響が殆ど見られない程度に十分な厚さのシリコン酸化膜が形成されたものである。ベアウエハ W2 はラジカル消費量が第 1 の基板よりも多い第 2 の基板に相当し、パターンが形成されていない平坦な表面にシリコンが露出してい

るウエハである。

#### 【0026】

次に制御部4の構成を説明する。図3に示すように温度コントローラ5（5a～5d）、移載コントローラ51及び膜厚測定部6は制御部4内のCPU41からの制御信号に従って各制御対象のコントロールを行うように構成されている。また制御部4内ではバス40に入力部42、レシピ格納部43、プログラム格納部44及び記憶部45が夫々接続されている。入力部42は例えば酸化処理におけるパラメータ入力や、レシピ格納部43内に格納されている後述するレシピの選択を行うためのものであり、例えば装置全面に設けられるタッチパネルやキー操作部等により構成される。レシピ格納部43にはウエハの種類、ウエハポート3に積載するウエハの枚数またはその配置レイアウト等に応じて、ウエハに形成する薄膜の目標膜厚、処理ガスの流量、及び圧力等を記録したレシピが予め多数用意されている。

#### 【0027】

プログラム格納部44には、ダミーウエハW1を用いて酸化処理を行った後に、反応管24内における熱処理雰囲気各ゾーンのダミーウエハW1の膜厚が、製品ウエハW3の目標膜厚とほぼ同じ値になるように、各ヒータ2（2a～2d）の温度設定値の設定を行う第1のプログラムと、この第1のプログラムにより設定した温度設定値に基づいてベアウエハW2に対する酸化処理を行った後に、前記各ゾーンのベアウエハW2の膜厚と製品ウエハW3の目標膜厚とに基づいて前記温度設定値の補正を行う第2のプログラムと、補正後の温度設定値を用いて製品ウエハW3に対する熱処理を行うための第3のプログラムとが格納されている。

#### 【0028】

また記憶部45は、膜厚測定部6により得られたヒータ2a～2dに対応する各ゾーンのウエハ表面の酸化膜の膜厚や、温度設定値等を記憶するためのものである。なおレシピ格納部43、プログラム格納部44及び記憶部45の各ブロックは、実際はいずれも例えば半導体メモリやハードディスクといったコンピュータ用の記憶媒体にて実現されるものであるが、ここでは便宜上役割に応じてプロ



ック化して表した。

#### 【0029】

次に図4に示す工程図を参照しながら、本実施の形態の作用について説明を行う。最初にステップS1に示すように入力部42においてダミーウエハ（第1の基板）W1を用いた酸化処理に必要なパラメータの入力が行われる。このステップでは、これから酸化処理を行う製品ウエハ用のレシピ（例えばガス流量、反応管24内の圧力及び処理時間等）と同じパラメータの入力がなされるが、入力作業はオペレータが各種パラメータを一つずつ入力してもよいし、予め用意されたレシピをレシピ格納部43から選択するようにしてもよい。そしてパラメータの入力後、例えば入力部42による操作により、ダミーウエハW1に対する酸化処理を実施する。この酸化処理は第1のプログラムにより実施されるが、後述する他のウエハ（ベアウエハW2及び製品ウエハW3）を用いた処理においても、温度設定値を除く酸化処理のパラメータ、ウエハポート3に移載するウエハの配置レイアウトは同じに設定されるため、これらの条件は第2及び第3のプログラムにおいてもそのまま用いられる。なおウエハの配置レイアウトが同じとは、ウエハの枚数とウエハポート3上の保持溝（スロット）の番号（何段目の保持溝であるという番号）とが完全に同じ場合のみならず、例えばあるレシピで熱処理を行うときに、良好な面間均一性が得られる範囲の幅をもったレイアウトをいうものである。

#### 【0030】

ウエハの配置レイアウトについては、例えば製品ウエハをフルバッチで処理しようとする場合、即ちウエハポート3における製品ウエハの保持領域に製品ウエハを満載して処理しようとする場合には、当該製品ウエハの保持領域にダミーウエハW1を満載する。なお本発明ではウエハポート3にウエハを隙間なく搭載することに限られるものではなく、例えば製品ウエハの保持領域に空き領域が存在するように製品ウエハを保持する場合も適用できる。

#### 【0031】

次いでダミーウエハW1に対して酸化処理が行われる（ステップS2）。この工程の流れについて簡単に説明しておくと、先ず図示しないウエハ移載手段によ

りウエハポート3に対して設定された配置レイアウトになるようにダミーウエハWが移載される。これによりダミーウエハW1がウエハポート3にその長さ方向この例では上下方向に棚状に保持される。その後ウエハポート3が反応容器内に搬入される。

#### 【0032】

そして反応管24内の圧力を所定の真空度まで減圧すると共に熱処理雰囲気を各ヒータ2(2a~2d)により設定温度となるまで昇温させ、反応管24内にO<sub>2</sub>(酸素)ガス及びH<sub>2</sub>(水素)ガスを供給して、反応管24内を例えば0.35 Torr(約46.6 Pa)となるように維持する。熱処理雰囲気の温度は、例えば概ね1000℃程度とされ、またO<sub>2</sub>ガス及びH<sub>2</sub>ガスの流量については、例えばO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>=9:1の割合となるように流量調節が行われる。また各流量調節手段27d, 27e, 28d, 28eでは第1のガス供給管27b、27c及び第2のガス供給管28b、28cの夫々の流量調整が行われるが、ここでは上方側の第1のガス供給管27b及び第2のガス供給管28bからのみ、ガスの供給を行うものとして話を進めると、ウエハポート3の上方から供給されるO<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>は減圧高温下において活性化され、例えばOラジカルやOHラジカル等の活性種となって下方側へと向かい、これに伴い各ウエハの表面にて酸化反応が進行していく。

#### 【0033】

こうして酸化処理が終了すると縦型熱処理装置からダミーウエハW1が搬出され、膜厚測定部6へと搬送される。そしてステップS3に示すように膜厚測定部6にてダミーウエハW1の膜厚測定が行われる。この説明では便宜上、ダミーウエハW1を満載してダミーウエハW1の膜厚を測定するという記載で進めているが、例えば現実にはダミーウエハW1は既に酸化膜が形成されているのでその上に形成された酸化膜の膜厚を測定できないこともあり、その場合にはダミーウエハW1の配列群のなかに所定の間隔で形成されたモニタウエハ保持領域にモニタ基板である例えばベアウエハからなるモニタウエハを保持させ、ベアウエハの膜厚を測定してその膜厚をダミーウエハW1の膜厚測定値として取り扱うこととする。従ってモニタウエハが存在していても、その他の製品領域にダミーウエハW

1が配置されていれば、ダミーウエハW1により酸化膜を形成するということになる。

この膜厚測定は例えばヒータ2 (2a~2d) の対応する熱処理雰囲気各ゾーン毎に行われ、例えば各ゾーンで一枚ずつ計4枚分の膜厚を測定したとするとこの膜厚T (T1, T2, T3, T4 : かつこ内は各ゾーンに対応するダミーウエハW1の膜厚) のデータは制御部4へと送られ、第1のプログラムによって膜厚T1~T4がいずれも製品ウエハにおける目標膜厚の誤差範囲内にあるか否かの判断が行われる。

#### 【0034】

そしていずれの膜厚も前記誤差範囲内に収まっていれば、今回の熱処理にて用いた各ヒータ2 (2a~2d) の温度設定値の変更は行われず、前記目標膜厚から所定量外れているものがあれば、目標膜厚とほぼ同じになるように温度設定値の調整が行われる (ステップS4)。温度設定値の調整は、予め求めた膜厚の変化分と温度設定値の変化分との関係に基づいて、膜厚の測定値を目標膜厚にするためには温度設定値を現在の値からどれだけ変化させればよいかを計算し、今回の処理条件において目標膜厚を実現するための適正な温度設定値を算出する。なお第1のプログラムにて用いられる「膜厚の変化分と温度設定値の変化分との関係」としては、例えば測定した膜厚の値に対応して、温度設定値を1℃上げることで膜厚が何nm増減する、といったように温度と膜厚変化量とを対応させたテーブル等が用いられる。具体的には例えば温度設定値y1のとき膜厚の測定値がx1、目標膜厚がx0、膜厚の変化分と温度の変化分との関係が $\Delta y / \Delta x$ であるとする、温度設定値は $y1 + (x0 - x1) \cdot \Delta y / \Delta x$ となる。

#### 【0035】

こうしてダミーウエハW1を用いた酸化処理において温度設定値が算出されると、ステップS5に示すように当該温度設定値が記憶部45に記憶され、温度設定値の設定が終了する。なお図5は、酸化処理後のウエハによる膜厚プロファイルを示す特性図であり、縦軸が膜厚、横軸がウエハポート3におけるウエハスロットの位置を示しており、横軸における1段目 (左端) が最上段であり、140段目 (右端) が最下段である。この図5中◆にて示す膜厚プロファイルは、この

ステップ S 5 で設定された温度設定値を用い、目標膜厚を 1 4 . 7 nm としてダミーウエハ W 1 による酸化処理を行ったときの膜厚プロファイルであり、この図からいずれのゾーンでも膜厚が目標膜厚とほぼ同じになるように各ヒータ 2 ( 2 a ~ 2 d ) の温度設定値が設定されていることが分かる。

#### 【 0 0 3 6 】

以上のようにしてダミーウエハ W 1 による温度設定作業が行われた後、ウエハポート 3 における製品ウエハ W 3 の保持領域に第 2 の基板であるベアウエハ W 2 を移載し、ステップ S 6 に示す酸化処理が行われる。ここでは先程記憶した各ヒータ 5 ( 5 a ~ 5 d ) の温度設定値を用い、且つ温度設定値以外の条件についてはステップ S 2 の酸化処理と同条件下で酸化処理を行う。そして酸化処理が終了するとベアウエハ W 2 が縦型熱処理装置から搬出されて膜厚測定部 6 へと搬送され、ステップ S 7 に示す膜厚の測定が行われ、これにより膜厚  $T'$  (  $T 1'$  ,  $T 2'$  ,  $T 3'$  ,  $T 4'$  : かつこ内は各ゾーンに対応するベアウエハの膜厚 ) が得られる。ベアウエハ W 2 は、表面全体にシリコンが露出しているのでラジカルの消費量が多く、下流側には十分な量のラジカルが供給されないため、ダミーウエハ W 1 を用いて得た温度設定値により酸化処理を行っても膜厚プロファイルは目標膜厚近傍でフラットにならず、例えば目標膜厚を 1 4 . 7 nm とすると、その膜厚プロファイルは図 5 の◇にて示すように右下がりとなり、最大で 0 . 7 ~ 1 . 0 nm 程度膜厚が薄くなる。

#### 【 0 0 3 7 】

こうして膜厚  $T'$  が得られると、第 2 のプログラムによりステップ S 8 に示す温度設定値の補正、即ちベアウエハ W 2 のように既述のローディング効果を生じる種類のウエハを用いたときにも、膜厚プロファイルが目標膜厚とほぼ同じに ( フラットに ) なるような温度設定値の補正が行われる。

#### 【 0 0 3 8 】

この補正について図 5 を用いて具体的に説明すると、ステップ S 7 が終了した時点で各ヒータ 5 ( 5 a ~ 5 d ) にとっての目標膜厚はいずれも例えば概ね 1 4 . 7 nm とされているが、実際には図 5 に示すように目標膜厚よりも低い膜厚となっており各膜厚  $T 1'$  ~  $T 4'$  と目標膜厚との膜厚差は夫々異なる。既述のよう

に図5に◆にて示される膜厚プロファイルは、ラジカル消費が少ないダミーウエハW1を用いたときのものであり、また◇にて示す膜厚プロファイルは上記のようにラジカル消費の多いベアウエハW2を用いたときのものであり、前者はローディング効果が全くないか或いは殆どなく、後者はローディング効果が大きい。即ち、図中◆と◇との差は、両者のローディング効果による膜厚差である。

#### 【0039】

そこで第2のプログラムは上述したローディング効果による膜厚差を相殺するために、各ヒータ5における目標膜厚が、例えば現在の目標膜厚と膜厚 $T'$ との差の分だけ厚くなるように、即ち例えば図5中△にて示す膜厚プロファイルとなるように、各ヒータ2(2a~2d)の温度設定値を決定する。この温度設定値の決定に際しては、例えば上記膜厚プロファイルに示される4つの△を、既述の予め求めた膜厚の変化分と温度設定値の変化分との関係に当てはめて、夫々の温度設定値が算出される。そしてステップS9に示すように補正後の温度設定値を記憶部45に記憶する。

#### 【0040】

しかる後、ステップS10に示すように、例えばステップS1にて設定した酸化処理の条件における温度設定値として、ステップS8にて補正した温度設定値を適用し、その内容をレシピに書き込むと、当該レシピがレシピ格納部43内に格納される。その後このレシピを用いて、製品ウエハにより同様に酸化処理を行う(ステップS11)。

#### 【0041】

以上のように本実施の形態によれば、ウエハに対する酸化処理(熱処理)をバッチ式で行って各ウエハの表面に酸化膜を形成するにあたり、ローディング効果(ウエハ上の酸化膜がラジカルを消費することで生じる下流側のウエハ上の酸化膜の膜厚が薄くなる現象)が全くないか、或いは殆どないダミーウエハW1を用いて温度設定値の合わせ込みを行い、次いでローディング効果があるベアウエハW2を用いてローディング効果による目標膜厚からの膜厚の減少分を求め、この膜厚の減少分つまりローディング効果による膜厚差を補償するように温度設定値を高めるようにしている。従って、このように設定された状態で製品ウエハW3

に対して酸化処理を行うと、ローディング効果が相殺されて、ゾーン間のウエハ上の酸化膜の膜厚について高い均一性が得られる。

#### 【0042】

また、ローディング効果がないか或いは殆どないダミーウエハW1を用いた酸化処理にて温度設定値を合わせ込み、しかる後ローディング効果が現れるベアウエハW2を用いてローディング効果による膜厚の目標膜厚からのずれ分を求め、このずれ分に応じた分だけ温度設定値を調整しているので、例えば製品ウエハW3を用いて試行錯誤で温度設定値を合わせ込む場合に比べて温度設定値の合わせ込み作業が容易である。

#### 【0043】

更に本実施の形態において用いられているベアウエハは、製品ウエハに見立てて用いられるものであるため、同様に処理ガスを消費するウエハであればパターンの有無、或いはパターンがある場合にはその形状についても限定されるものではない。例えば製品ウエハが予め表面にパターンの形成されているものであるならば、ベアウエハに代えて製品ウエハそのもの、或いは同等のパターンが形成されたウエハを用いるようにしてもよい。

#### 【0044】

ところで最近ではウエハが小ロット多品種の傾向にあることから、製品ウエハ枚数がウエハボートの最大製品ウエハ搭載枚数に満たない状態で熱処理をすることがあり、この場合に好適な実施の形態について説明する。この実施の形態においても、先の実施の形態と同様に図4に示す各ステップS1～S11を行うが、ウエハボート3における製品ウエハの保持領域に第1の基板であるダミーウエハW1を満載した状態で図4のステップS2におけるダミーウエハW1の熱処理を行い、また前記保持領域に第2の基板であるベアウエハW2を満載した状態で図4のステップS6におけるベアウエハW2の熱処理を行う。

#### 【0045】

図6は当該他の実施の形態を示す図であり、このように設定した温度設定値、即ち図4に示すステップS8にて補正された温度設定値を制御部4の図示しない記憶部に格納しておく。そして製品ウエハW3に対して熱処理を行う場合には、

制御部 4 が 1 バッチで行う製品ウエハ W 3 の枚数を判断する。この判断は、例えば前工程を実施したステーションのコンピュータからオンラインで送られてくる枚数情報あるいは今熱処理を実施しようとしている装置に設けられたマッピングセンサからの枚数情報などに基づいて CPU によりその枚数が把握されることにより行われる。

#### 【 0 0 4 6 】

次いで制御部 4 が移載コントローラ 5 1 を介してウエハ移載手段 5 2 を制御し、ウエハ移載手段 5 2 は図 2 に示したウエハカセット C 内から製品ウエハ W を取り出してウエハポート 3 に移載する。このとき図 6 に示すようにウエハポート 3 における製品ウエハ W 3 の保持領域の中で反応容器に供給される処理ガスの流れの上流側この例では上方側から製品ウエハ W 3 を詰めて移載し、残りの製品ウエハ W 3 の保持領域にダミーウエハ W 1 を詰めて移載し、フルバッチ（満載）状態とする。その後ウエハポート 3 を反応容器内に搬入し、熱処理を行って酸化膜を製品ウエハ W 3 に形成する。この熱処理においては、製品ウエハ W 3 の枚数にかかわらず記憶部に格納した温度設定値を用いる。また温度以外の処理パラメータ例えば反応容器内の圧力、処理ガスの流量及び熱処理の時間などについても、ステップ S 6 におけるベアウエハ W 2 の熱処理時に用いたと同じ値を用いる。

#### 【 0 0 4 7 】

この実施の形態によれば、後述の実施例からも分かるように、共通の処理条件でありながら製品ウエハ W 3 の枚数の違いに依存せず製品ウエハ W 3 に対して同じ成膜結果つまり酸化膜の膜厚が同等であるという結果が得られる。従って製品ウエハ W の枚数毎に処理条件を設定する場合に比べて、処理条件の設定作業が簡単であるし、また製品ウエハ W 3 の枚数が変わる度に処理条件を選択するといった煩わしさもないので、オペレータの負担が軽いし、また処理条件の設定ミスも防止できる。

#### 【 0 0 4 8 】

なお本発明は、上述したローディング効果の生じ得る他の熱処理において適用可能であり、酸化処理以外にも例えば処理ガスとしてジクロロシラン ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ) とアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) とを使用し、これに熱エネルギーを与えることで分解

させて気相反応によりウエハ表面に例えば窒化珪素（SiN）の薄膜を形成するような、化学蒸着法（CVD）による成膜を行う装置にも適用可能である。この場合、CVDに用いる処理ガスはウエハの表面に形成されるパターンの溝の大小（表面積の大小）のみによって消費される量が変わるため、第1のウエハには処理ガスの消費が小さいもの例えばパターンのない既述のダミーウエハ、或いはベアウエハを用い、第2のウエハには処理ガスの消費が大きいトレンチを有するウエハ、例えば製品ウエハと同様のパターンが形成されているウエハを用いる。そしてこのような第1及び第2の基板を用いて、既述の酸化処理のときと同様にして温度設定値の補正を行うようにすれば、製品ウエハ上に形成される薄膜の膜厚の面間均一性が向上する。

#### 【0049】

また以上において、加熱炉21における処理ガスの供給方向（流れる方向）はウエハポート3の上方側から下方側に限定されるものではない。例えば下方側に設けられる第1のガス供給管27c及び第2のガス供給管28cからも補助的に処理ガスの供給を行うようにしてもよいし、或いは排気管26の一端を反応管2の天井部に接続して排気を行うと共に、反応管24の下方側からのみ処理ガスの供給を行って、処理ガスの流れを上述実施の形態と逆向き（下方側から上方側に流れる）にしてもよい。

#### 【0050】

##### 【実施例】

##### （実施例）

製品ウエハの保持領域における最大保持枚数が100枚であるウエハポートを用い、製品ウエハの保持領域に全てダミーウエハを保持させて熱処理である酸化処理を行った。なおウエハポートにおける製品ウエハの保持領域以外の領域例えばウエハポートの上端側及び下端側には例えばサイドダミーウエハなどと呼ばれているダミーウエハが保持されている。熱処理条件については、熱処理雰囲気気の温度を1000℃、O<sub>2</sub>ガス及びH<sub>2</sub>ガスの流量比をO<sub>2</sub>：H<sub>2</sub>=2：1の割合とした。熱処理雰囲気気の温度とは、例えば製品ウエハ保持領域の上下方向の中央部の設定温度である。ウエハポートにおける保持溝の10段目、50段目、80段目



、110段目に夫々位置するモニタ用ウエハ（膜厚モニタ）の各膜厚が概ね目標膜厚に揃うように反応容器の各ゾーンの温度設定値の合わせ込みを行った。温度設定値の合わせ込みが行われたときの熱処理で形成された酸化膜の膜厚を調べたところ、図7の◆で表される結果が得られた。

#### 【0051】

次いでウエハポートにおける製品ウエハの保持領域にベアウエハを満載し、同様の処理条件で熱処理を行い、同様にして酸化膜の膜厚を調べたところ、図7の◇で表わされる結果が得られた。そして各ゾーンにおいて熱処理により成膜される酸化膜の膜厚が、製品基板の目標膜厚から◇で表わされる膜厚を差し引いた分だけ厚くなるように各ゾーンの温度設定値を既述のようにして決めた。即ち図7の△で示す膜厚プロファイルとなるように各ゾーンの温度設定値を決めた。

#### 【0052】

こうして各ゾーンの温度を設定し、ベアウエハを製品ウエハに見立てて評価した。即ちウエハポートの製品ウエハの保持領域にベアウエハ（ベアシリコンウエハ）を保持し、その保持枚数を種々変えて同様の処理条件で熱処理を行い、各ベアウエハの酸化膜の膜厚を測定した。具体的にはベアシリコンの保持枚数を25枚、50枚、75枚及び100枚の4通りに設定した。いずれにおいても製品ウエハの保持領域の上流側（この例では上方側）からベアシリコンを詰めて保持し、この例ではウエハポートの保持溝の上から10段目から順次ベアシリコンを配置した。また残りの保持領域にはダミーウエハを搭載した。いずれの熱処理においてもベアウエハの枚数以外は同じ処理条件であり、その結果は図8に示すとおりである。なお白抜きのデータはダミーウエハの酸化膜の膜厚である。更にウエハ保持領域全てにダミーウエハを保持して熱処理を行った場合の膜厚についても図8の太線で示すように参考データとして調べた。

#### 【0053】

この結果からわかるように、ダミーウエハを保持した領域においては膜厚がばらついているが、ベアウエハを保持した領域においては膜厚の均一性が高い。従ってローディング効果のあるウエハを熱処理するにあたって、既述の実施の形態のようにして各ゾーンの温度設定値を合わせ込むことにより、製品ウエハの枚数

にかかわらず共通の処理条件でありながら、ウエハ間で膜厚の均一性の高い処理を行うことができる。

(比較例)

ベアウエハによる温度設定値の合わせ込みを行わず、ダミーウエハで合わせ込みを行った場合、つまり図7の◆で表される結果が得られた状態で実施例と同様な試験を行ったところ、図9に示す結果が得られた。この結果から分かるように、ベアウエハのローディング効果の影響を受けて、ベアウエハの処理枚数が多いほど下方側位置にて膜厚が減少している。

【0054】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、複数の基板に対する熱処理を一括して行って各基板の表面に薄膜を形成するにあたり、当該薄膜の膜厚について面間均一性を向上させることができる。更にまた熱処理する製品枚数に依存せずに同様の処理結果を得ることができ、しかもオペレータの負担を少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る熱処理装置の実施の形態における加熱炉及びその周辺を示す縦断面図である。

【図2】

前記熱処理装置における制御部と、加熱炉及びその他の装置との接続状況を示す概略説明図である。

【図3】

制御部の構成を説明するためのブロック図である。

【図4】

本実施の形態の作用を説明するための工程図である。

【図5】

本実施の形態による温度の合わせ込みの様子を膜厚とウエハの保持位置との関係により示す特性図である。

【図6】

本発明の他の実施の形態を示す説明図である。

【図 7】

本実施の形態による温度の合わせ込みの様子を膜厚とウエハの保持位置との関係により示す特性図である。

【図 8】

本実施の形態により熱処理したウエハの保持位置と膜厚との関係を示す特性図である。

【図 9】

比較例により熱処理したウエハの保持位置と膜厚との関係を示す特性図である。

【図 10】

従来の縦型熱処理装置を示す概略縦断面図である。

【図 11】

発明が解決しようとする課題を説明するための特性図である。

【符号の説明】

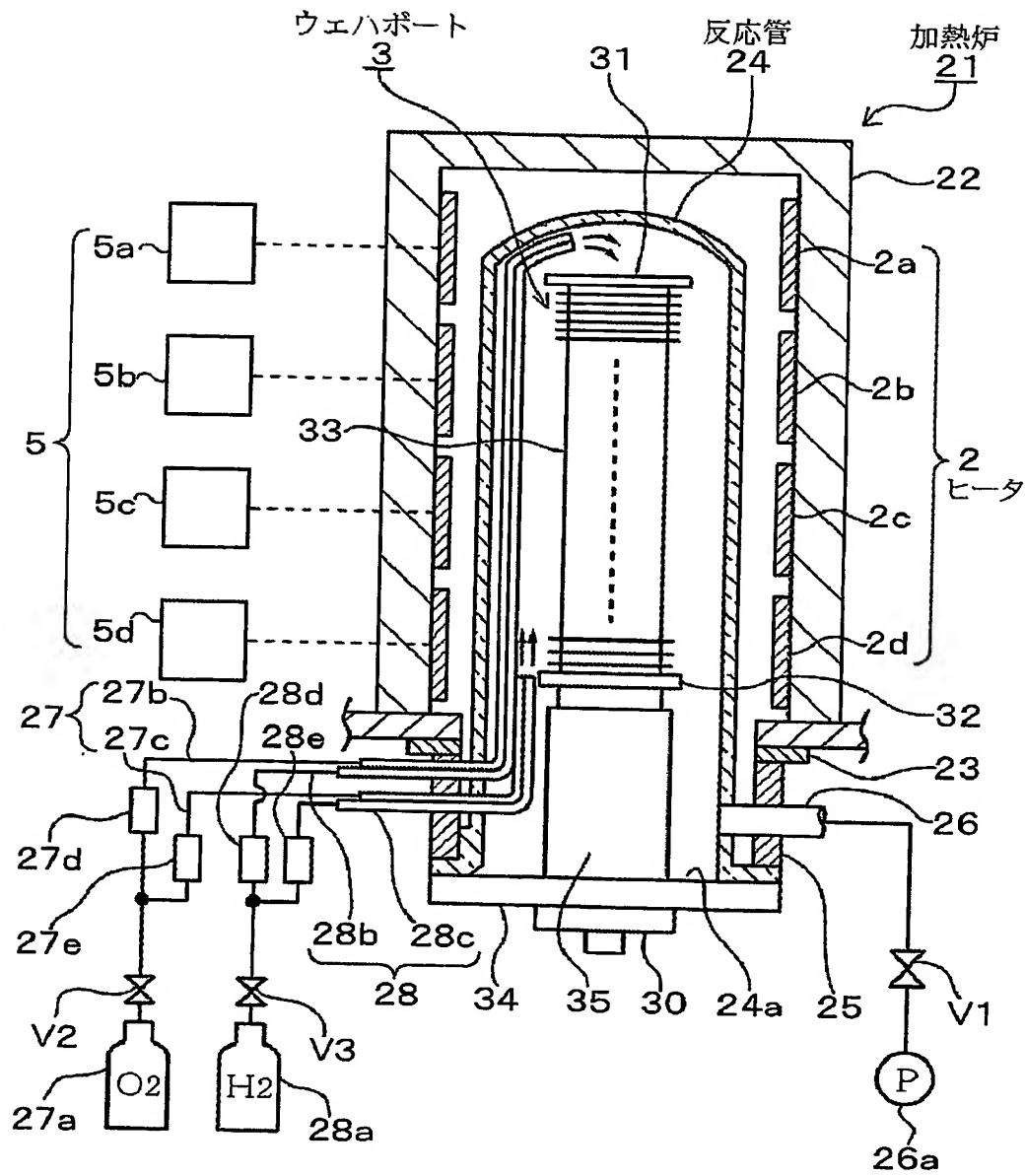
W	半導体ウエハ
W1	ダミーウエハ
W2	ベアウエハ
W3	製品ウエハ
C	カセット
2 (2a～2d)	ヒータ
21	加熱炉
24	反応管
3	ウエハボート
4	制御部
41	CPU
42	入力部
43	レシピ格納部
44	プログラム格納部

- 4 5            記憶部
- 5 ( 5 a ~ 5 d )    温度コントローラ
- 5 2            ウエハ移載手段
- 6              膜厚測定部

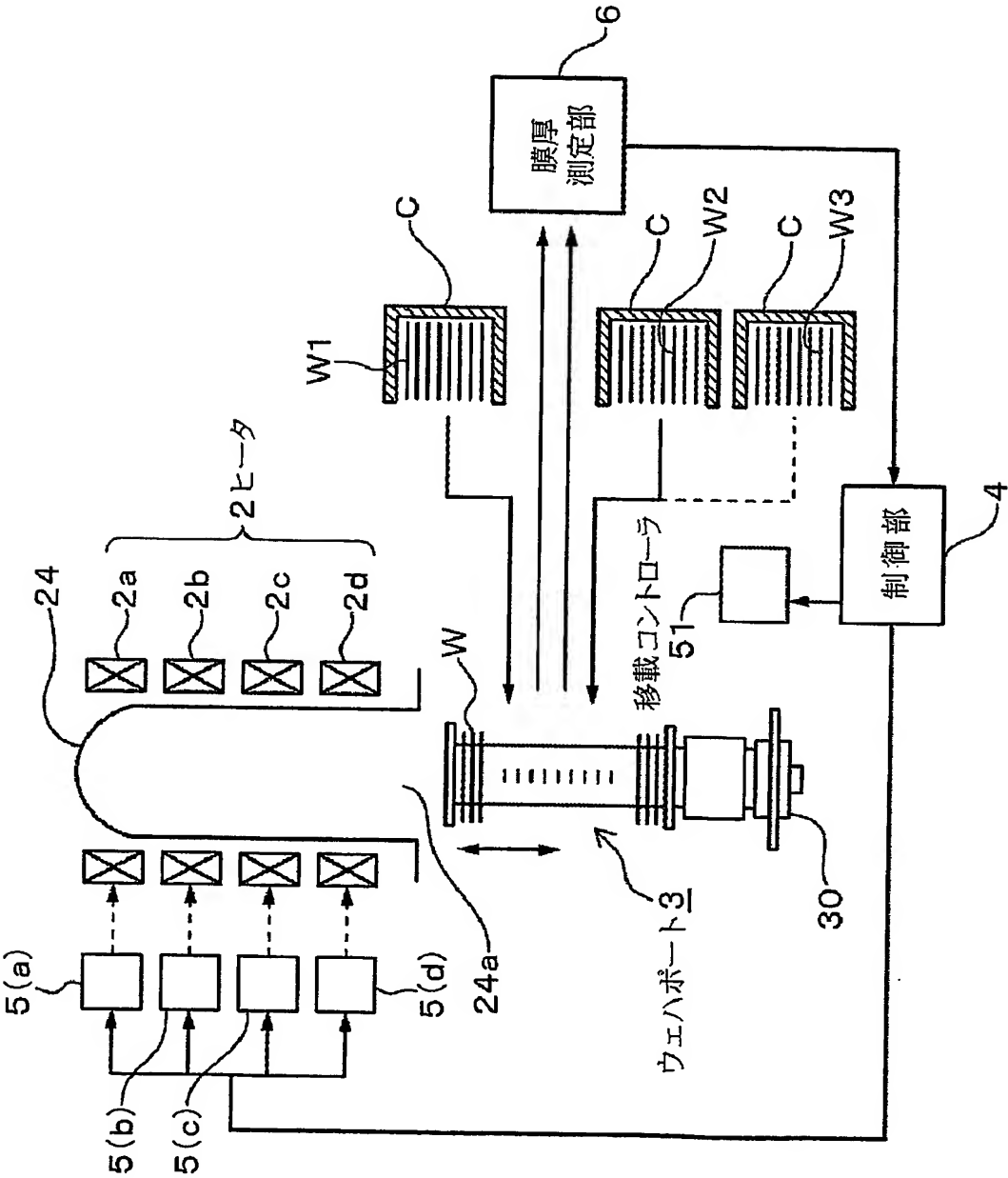
【書類名】

図面

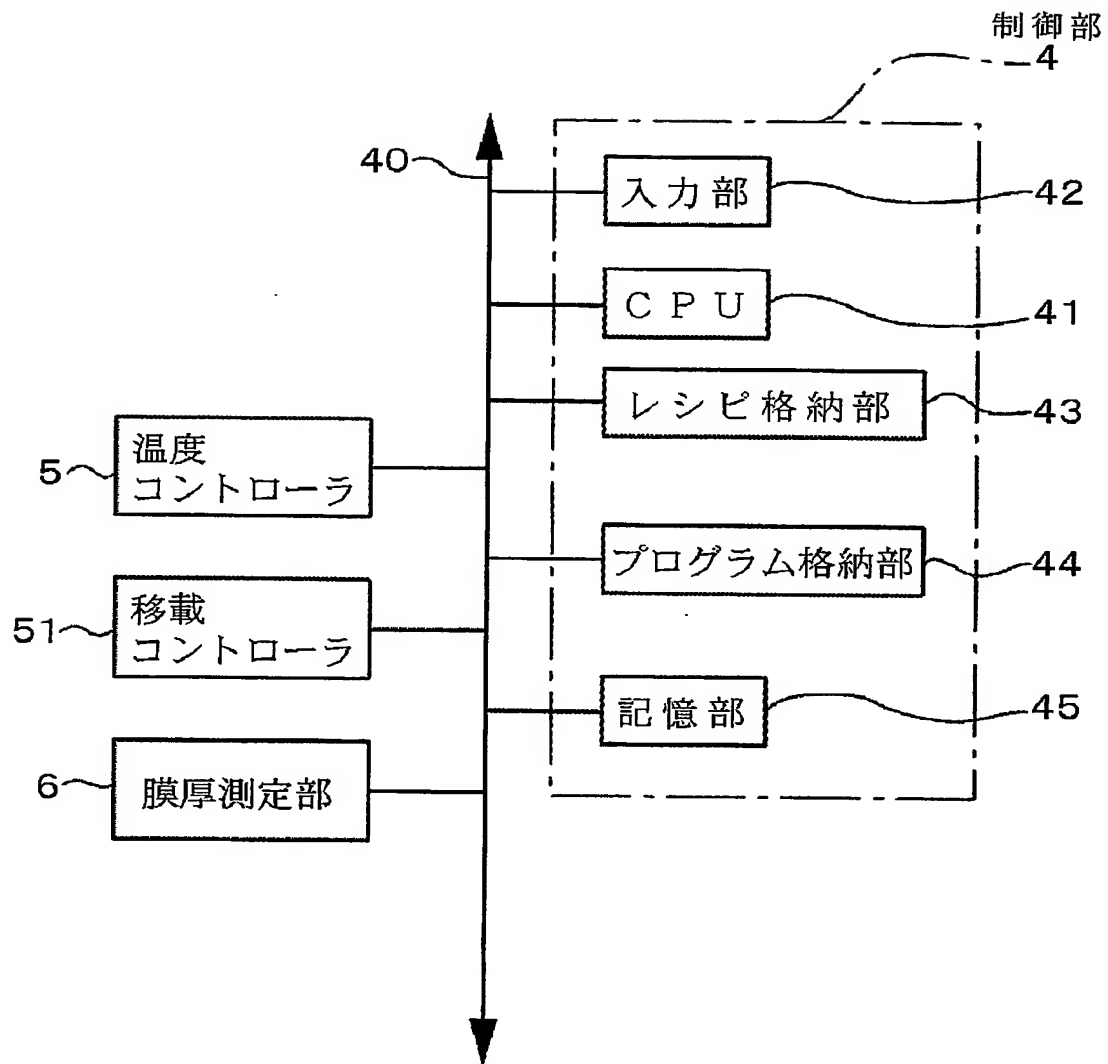
【図 1】



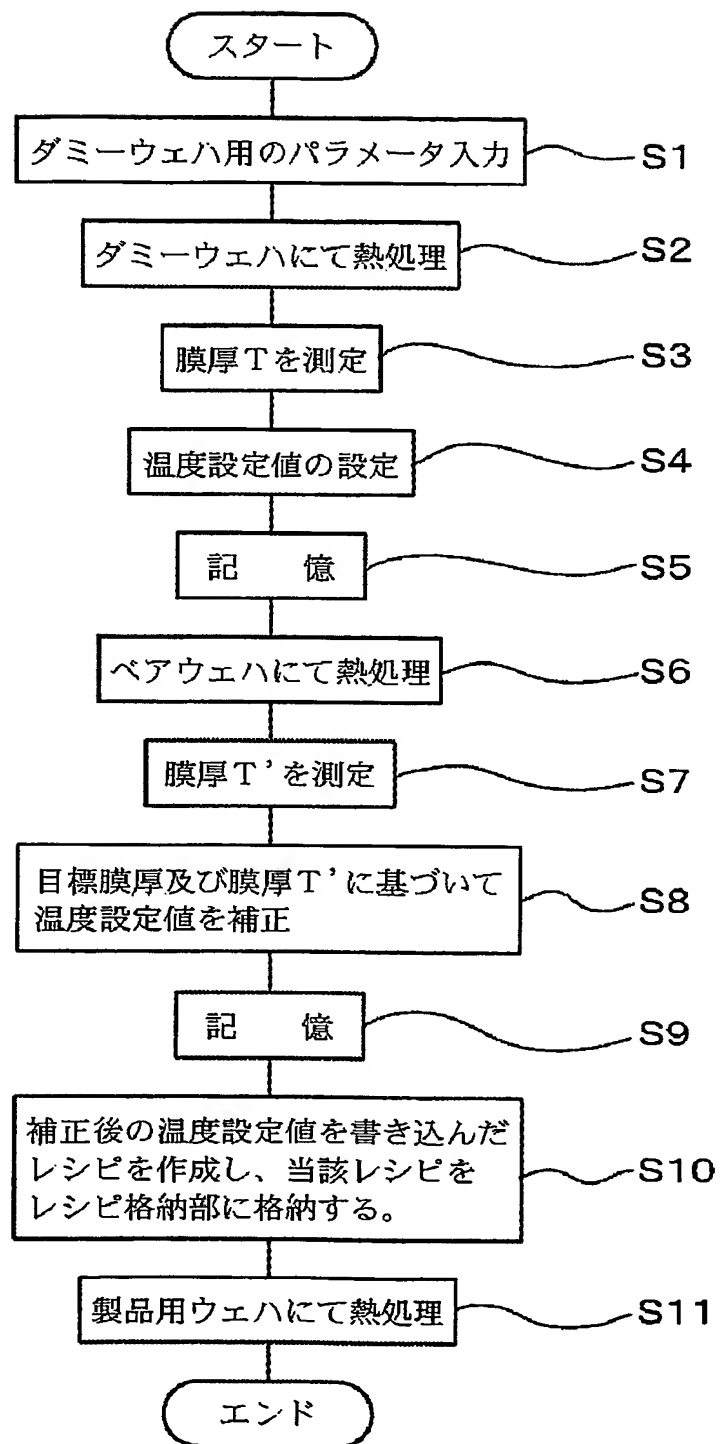
【図 2】



【図 3】

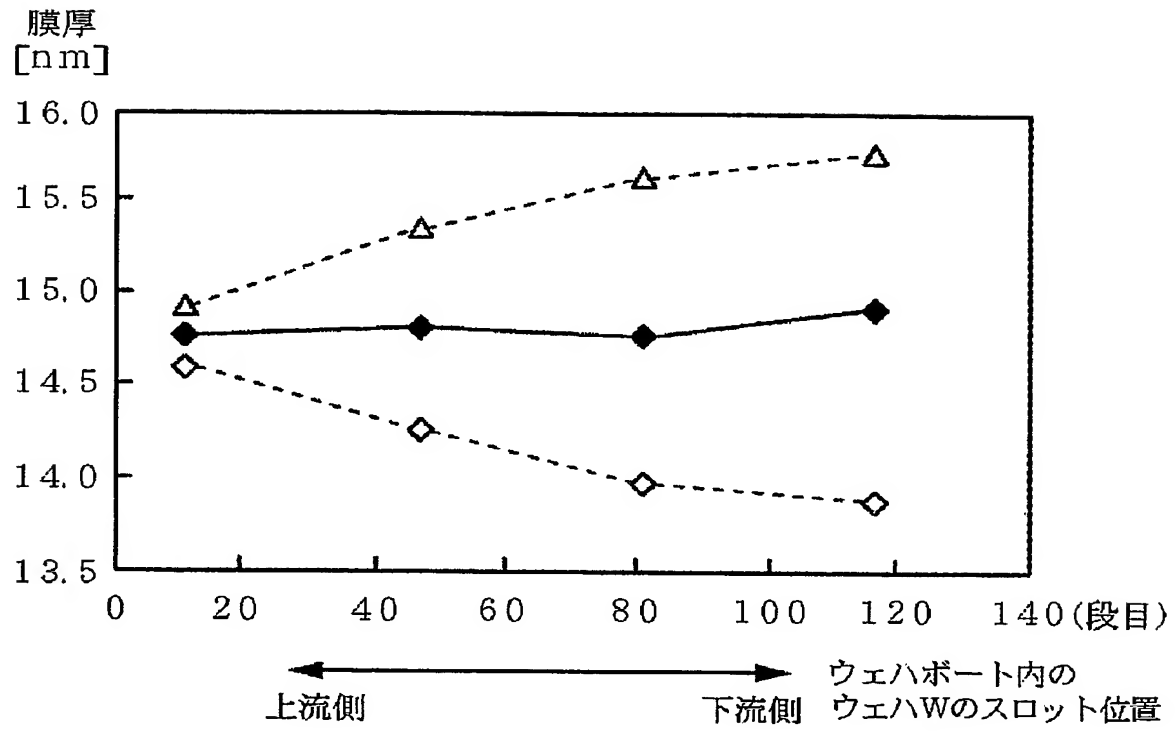


【図 4】

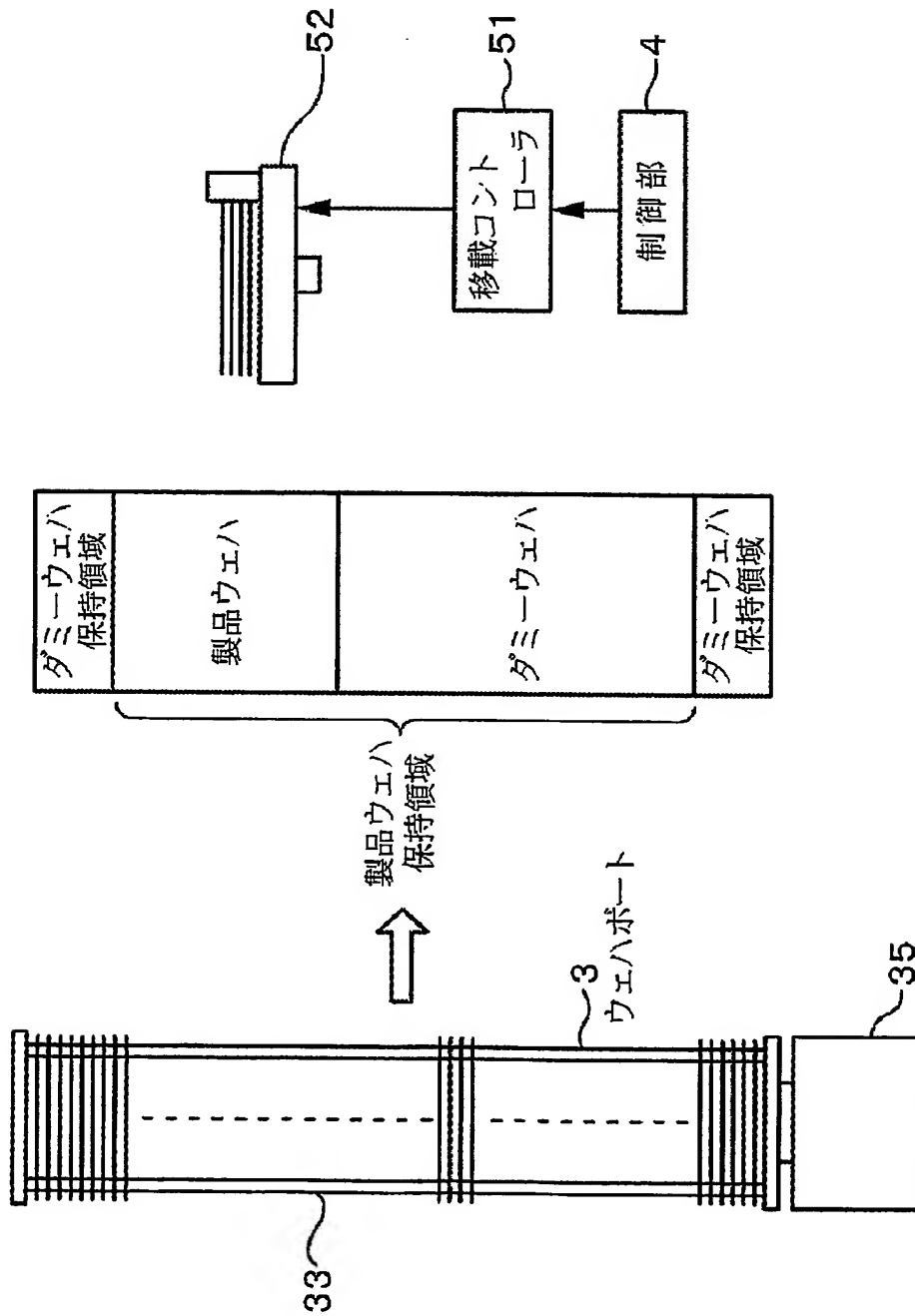




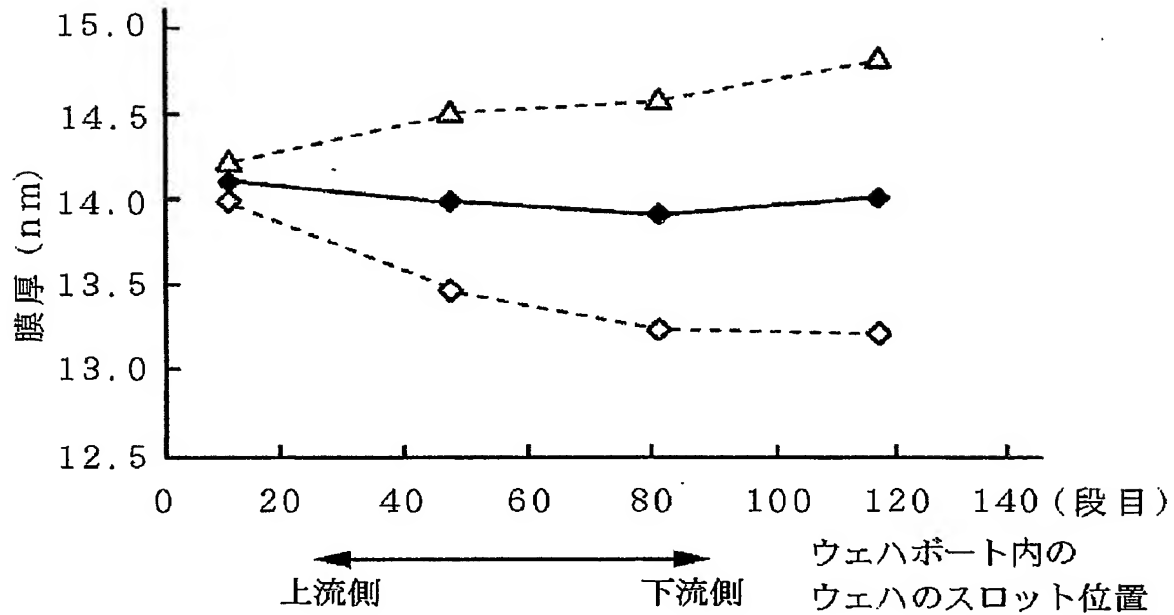
【図 5】



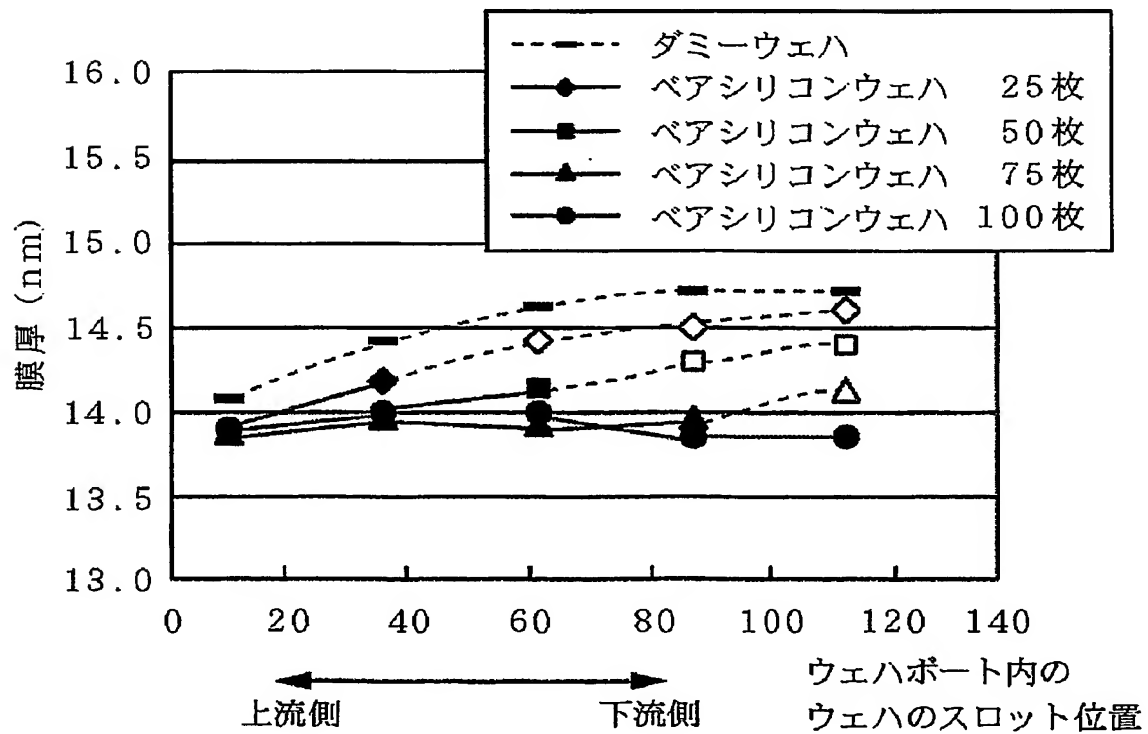
【図 6】



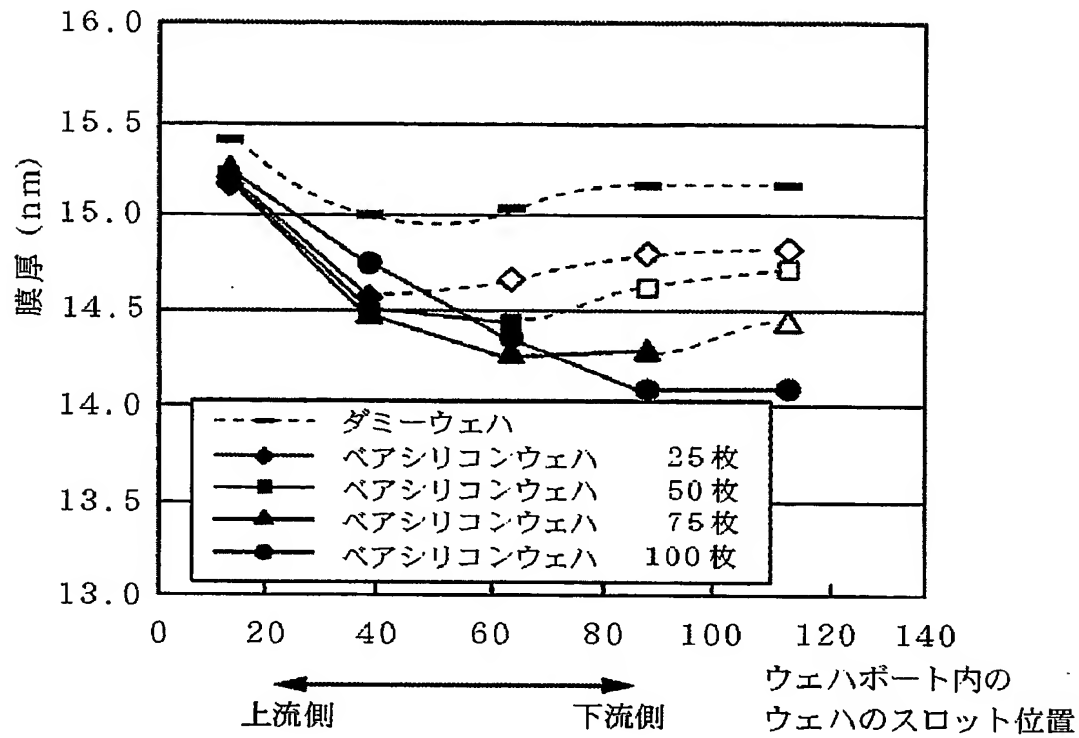
【図 7】



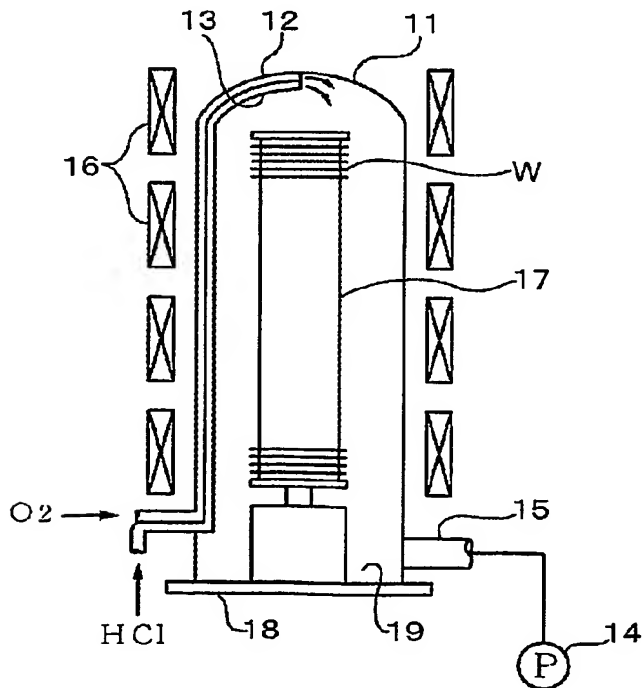
【図 8】



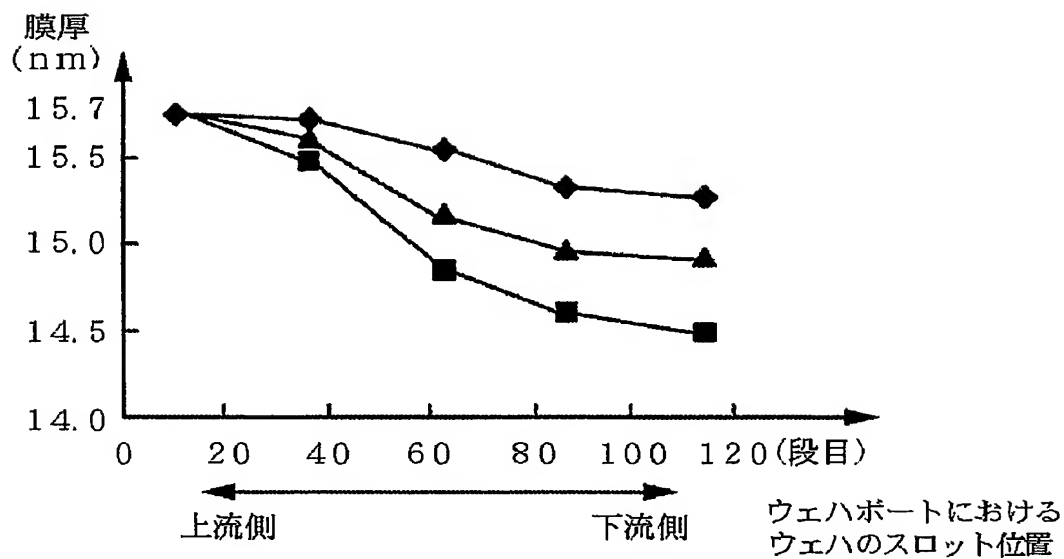
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の基板に対する熱処理を一括して行って各基板の表面に薄膜を形成するにあたり、当該薄膜の膜厚について面間均一性を向上させる技術を提供すること。

【解決手段】 先ずローディング効果（ウエハ上の薄膜がラジカルを消費することで生じる下流側のウエハ上の薄膜の膜厚が薄くなる現象）が実質ないダミーウエハを用いて温度設定値の合わせ込みを行う。次いでローディング効果があるベアウエハを用いて熱処理を行い、膜厚を測定すると共にローディング効果による目標膜厚からの膜厚の減少分を求め、この膜厚の減少分を補償するように温度設定値を高める補正を行う。そして補正後の温度設定値に基づいて製品ウエハに対して酸化処理を行う。また温度の合わせ込みをフルバッチで行えば、その後製品ウエハの枚数に依存せず同等の熱処理が行える。

【選択図】 図4

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-124153
受付番号	50300715018
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 5月 2日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000219967
【住所又は居所】	東京都港区赤坂五丁目3番6号
【氏名又は名称】	東京エレクトロン株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100091513
【住所又は居所】	神奈川県横浜市西区桜木町7丁目45番地の6 神奈中ビル2F 井上特許事務所
【氏名又は名称】	井上 俊夫

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 2 4 1 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 1 9 9 6 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 4 年 9 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂5丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社